Mallock's Apparat zur Auflösung linearer Gleichungssysteme auf elektrischem Weg

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **105/106 (1935)**

Heft 15

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-47501

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

auf die Stammlinie, das Rückgrat unserer *Staatsbahn* wäre, braucht nicht bewiesen zu werden, ebensowenig die Tatsache, dass unser ganzes Landesinteresse nun einmal auf Gedeih und Verderb mit dem Sckicksal unserer Bundes-Bahnen verknüpft ist.[7]) Es ist eine Frage wirtschaftlicher Untersuchungen — also nicht mehr unsere Sache — zu prüfen, ob und wie die anscheinend widerstrebenden Interessen durch Kooperation vereinigt werden können. Auch in der vorliegenden Frage können verschiedene Wege nach Rom führen. Es wird u. a. auch zu erwägen sein, dass der Autotransport durch den Eisenbahntunnel[8]) noch verbesserungsfähig ist, vielleicht so sehr, dass dem praktischen Bedürfnis des Automobilverkehrs hinreichend entsprochen werden kann. Es sei beispielsweise auf den Bau von Spezialwagen bezw. Zügen verwiesen, derart, dass die Autos über eine Kopframpe von hinten her über einen aus Plattformwagen formierten Zug bis an dessen Spitze vorfahren und aufeinander aufschliessen. Diese Komposition, in Länge nach jeweiligem Bedarf, müsste in möglichst dichter Folge an fahrplanmässige Personen- und Güterzüge angehängt oder in Zugspausen für sich durch den Tunnel befördert werden, um auf der andern Seite nach Anschieben an eine Kopframpe von den Autos in flüssiger Fahrt nach vorn wieder verlassen zu werden. Dies wäre auch für den Simplontunnel zu untersuchen.

So oder anders muss sich die Bahn den veränderten Bedürfnissen anpassen; solche Anpassungsfähigkeit, wie die Einsicht in ihre Notwendigkeit müssen wir den massgebenden Stellen der SBB zutrauen können. Wenn unsere Ausführungen die vielfach noch nebelhaften Begriffe über den Gegenstand etwas ordnen und klären und eine erspriessliche Aussprache hierüber auslösen, ist ihr Zweck erreicht. C. J.

[7]) Eine dokumentierte Darstellung ihrer Entstehung und Entwicklung befindet sich in Vorbereitung und wird demnächst hier erscheinen.

[8]) Heutiger Spitzenverkehr (Ostertage 1935): 774 + 803 Autos. Während des ganzen Jahres 1934 beförderten die SBB durch den Gotthardtunnel 3382 + 3336 = insgesamt 6718 Autos.

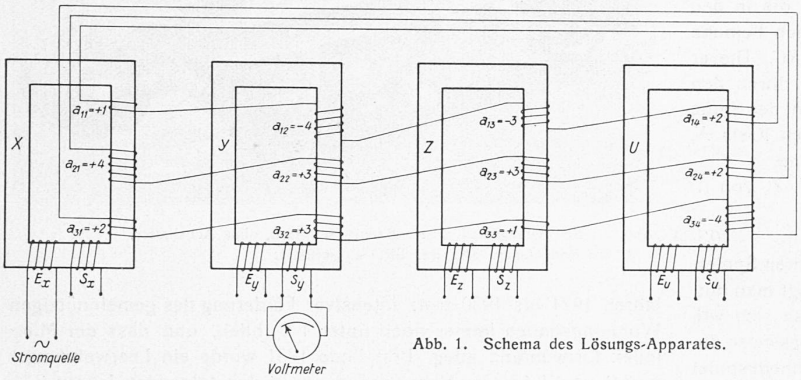

Abb. 1. Schema des Lösungs-Apparates.

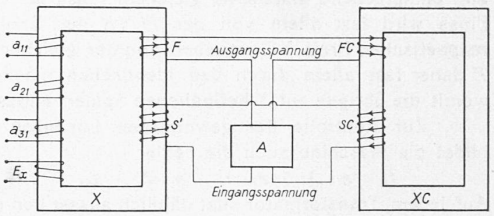

Abb. 2. Schema des Kompensators.

Mallock's Apparat zur Auflösung linearer Gleichungssysteme auf elektrischem Weg.

Manche technischen, zumal statische Aufgaben erfordern die Lösung linearer Gleichungssysteme mit vielen Unbekannten — ein prinzipiell einfacher, praktisch oft langwieriger, ermüdender und deshalb leicht fehlschlagender Prozess, wie gemacht dafür, von einer automatisch, gedankenlos und sicher arbeitenden Maschine übernommen zu werden. Eine solche hat denn auch R. R. M. Mallock in Cambridge erfunden; am dortigen Internationalen Mechanikerkongress (1934) wurde ein nach seinen Angaben von der Cambridge Instrument Co., Ltd., hergestellter Apparat zur Auflösung von 10 linearen Gleichungen mit 10 Unbekannten vorgeführt.

Mallock's Gedanke, in den Proceedings of the Royal Society of London, A, Bd. 140, 1933 einlässlich entwickelt, ist sehr einfach. Er deutet etwa die Gleichung

$$a\,x + b\,y + c\,z + d\,u = 0$$

als die zweite Kirchhoff'sche Regel für einen aus 4 hintereinander geschalteten Spulen bestehenden geschlossenen elektrischen Stromkreis. In einem solchen ist die Summe der induzierten *EMK* gleich dem Ohm'schen Spannungsabfall $r\,i$ (r = Widerstand, i = Strom), bei relativ kleinem $r\,i$ also annähernd null. Dies drückt die Gleichung aus, sofern die Spulen beziehungsweise aus a, b, c, d Windungen bestehen, und x, y, z, u beziehungsweise die in den Spulen pro Windung induzierte *EMK* bedeuten. Mehrere homogene Gleichungen in den selben Unbekannten x, y, z, u werden durch ebensoviele geschlossene Stromkreise zu je 4 Spulen repräsentiert; da sie simultan gelten sollen, ist in entsprechenden Spulen pro Windung die selbe *EMK* zu induzieren, d. h. entsprechende Spulen sind durch den selben alternierenden magnetischen Fluss zu durchsetzen. Dies führt zu ebensovielen kleinen Transformatoren wie Unbekannten, je einer für die entsprechenden „Koeffizientenspulen" von regulierbarer Windungszahl; die Koeffizientenspulen werden zu ebenso vielen Stromkreisen zusammengeschlossen als Gleichungen vorliegen: den „Gleichungskreisen". Auf jedem Transformator ist ein positiver Wicklungssinn festgelegt; jede Koeffizientenspule ist an ihren Gleichungskreis so anzuschliessen, dass sie, entsprechend dem Vorzeichen des Koeffizienten, in positivem oder negativem Sinn durchlaufen wird.

Abb. 1 illustriert beispielsweise den Fall dreier homogener Gleichungen in 4 Unbekannten[1]):

$$a_{i1}\,x + a_{i2}\,y + a_{i3}\,z + a_{i4}\,u = 0 \qquad i = 1, 2, 3$$

Eine an die Erregerspule E_x gelegte harmonische Wechselspannung ruft im Transformator X einen pulsierenden magnetischen Fluss hervor, der in allen drei Gleichungskreisen Ströme induziert, die ihrerseits die übrigen Transformatoren magnetisch erregen. Bei dem sich einstellenden stationären Zustand sind (bei ungesättigtem Eisen) auch die Ströme, Flüsse und Spannungen harmonisch. Die Unbekannten x, y, z, u können statt als Momentanwerte als Effektivwerte der in den identischen „Einheitsspulen" S_x, S_y, S_z, S_u induzierten, mit einem Feinmessinstrument ablesbaren *EMK* gedeutet werden. Vier Zeigerausschläge liefern also die Verhältnisse $X = x/u$, $Y = y/u$, $Z = z/u$, d. h. vorliegendenfalls die Lösungen des inhomogenen Gleichungssystems:

$$a_{i1}\,X + a_{i2}\,Y + a_{i3}\,Z + a_{i4} = 0 \qquad i = 1, 2, 3 \qquad \text{(I)}$$

Die Voraussetzung, dass alle Spulen eines Transformators mit dem gleichen magnetischen Fluss verkettet sind, die magnetischen Kraftlinien also ganz im Eisen verlaufen, ist praktisch gut zu erfüllen. Die Vernachlässigung der Ohm'schen Spannungsabfälle wird durch die folgende Ueberlegung nahegelegt: Je höher die Qualität der verwendeten Eisensorte, desto geringer ist die zur Erzeugung eines bestimmten magnetischen Flusses erforderliche *MMK*, d. h. die Summe der den Transformator umschlingenden Amperewindungen, desto genauer gelten also vorliegendenfalls die 3 Gleichungen

$$a_{1K}\,i_1 + a_{2K}\,i_2 + a_{3K}\,i_3 = 0 \qquad k = 2, 3, 4 \qquad \text{(II)}$$

(i_m = Strom im m-ten Gleichungskreis). Da S_x und damit X von null verschieden angenommen werden kann, so trifft dies auch auf die Determinante von (II) zu[2]), sodass notwendig alle 3 Ströme und damit die Ohm'schen Spannungsabfälle verschwinden. Erhöhte Genauigkeit wird mit dem jedem Transformator beigegebenem sogenannten Kompensator erzielt. Sein Zweck ist, den Koeffizientenspulen die kleine zur Aufrechterhaltung des Flusses immerhin benötigte

[1]) Die beiden Abbildungen sind aus den Proceedings l. c. nachgezeichnet.

[2]) Wir setzen (I) als lösbar voraus.

MMK automatisch durch eine unabhängige Spule *F* abzunehmen und damit den durch Annullieren der linken Seiten von (II) begangenen Fehler zu verringern.

Das Prinzip des Kompensators erhellt aus Abb. 2. *A* ist ein aus Triode und Anodentransformator bestehender Verstärker. Der zu dem Transformator *X* mit den Spulen *S'* und *F* gehörige Kompensationstransformator *XC* mit den Spulen *SC* und *FC* ist gleich wie jener gebaut, bis auf den entgegengesetzten Wicklungssinn der Spulen *S'* und *SC*. Die durch einen alternierenden magnetischen Fluss im Transformator *X* hervorgerufene *EMK* in der Spule *S'* erzeugt eine verstärkte *EMK* in dem aus den Spulen *F* und *FC* bestehenden Ausgangsstromkreis des Verstärkers. Der durch *FC* in *XC* geweckte Wechselfluss setzt der *EMK* in *S'* eine solche in *SC* entgegen. Bei dem sich einstellenden stationären Zustand ist dank der grossen Verstärkung der in dem Eingangsstromkreis *S'*, *SC* zirkulierende Strom klein gegenüber dem Strom im Ausgangsstromkreis *F*, *FC*; die in den gleichen Spulen *S'* und *SC* induzierten *EMK* heben sich beinahe auf, entsprechend annähernd gleichem Fluss in *X* und *XC*. Dieser Fluss wird fast allein von der *MMK* der Spule *FC* durch den magnetischen Kreis *XC* getrieben, von der gleichen *MMK* der Spule *F* daher fast allein durch den identischen magnetischen Kreis *X*, womit die übrigen auf *X* befindlichen Spulen entlastet sind.

Zur Kontrolle der gewonnenen Lösungen X', Y', Z' von (I) bildet die Maschine auch die Fehler

$$f_i = a_{i1} X' + a_{i2} Y' + a_{i3} Z' + a_{i4} \qquad i = 1, 2, 3 \qquad (I').$$

Auf jedem Transformator sitzt nämlich ausser den erwähnten Spulen eine „Fehlerspule" von einstellbarer Windungszahl. Erregt man nun die 4 Transformatoren so, dass ihre magnetischen Flüsse sich wie $X' : Y' : Z' : 1$ verhalten, erteilt den Fehlerspulen beziehungsweise die Windungszahlen $a_{i1}\, w \ldots a_{i4}\, w$ (w = Windungszahl der Einheitsspule) und schaltet sie zu einem offenen Stromkreis hintereinander, so ist zwischen dessen Enden eine f_i mal so grosse Spannung abzulesen, wie zwischen den Enden der Einheitsspule S_u. Die gewünschte Erregung der 4 Transformatoren wird mittels 4 gleicher Erregerspulen durch die 4 Sekundärwicklungen eines Hilfstransformators bewerkstelligt, deren veränderliche Windungszahlen nach dem bezeichneten Verhältnis eingestellt werden.

Die Fehler f_i werden unvermeidlicherweise etwas von null abweichen; nötigenfalls liefert die Auflösung durch die Maschine des aus (I) und (I') folgenden Gleichungssystems

$$a_{i1} (X' - X) + a_{i2} (Y' - Y) + a_{i3} (Z' - Z) - f_i = 0 \qquad i = 1, 2, 3,$$

eine Korrektur.

In der Cambridger Apparatur ist die Windungszahl der Koeffizientenspulen, maximal gleich jener der Einheitsspule, in Stufen von 1/1000 bis auf null regulierbar. Die Genauigkeit der von der Maschine befolgten Methode hängt ausser von ihrer Konstruktion und Benützungsweise wie die jedes Lösungsverfahrens von den vorliegenden Koeffizienten ab. In günstigen Fällen wird sie zu 0,1 % der grössten Wurzel angegeben. Diesbezüglich und betreffs aller Einzelheiten verweisen wir auf die eingangs zitierte Abhandlung.

Ungesunde Verhältnisse im Wohnungswesen.

(Schluss des Meinungsaustausches)

Es sei noch eine kurze Duplik gestattet auf die Bemerkungen des Hrn. Arch. O. Pfleghard in Nr. 11 vom 14. September (S. 129). Arch. Pfleghard schreibt, der Stadtrat hätte die Förderung des gemeinnützigen Wohnungsbaues etwas früher einschränken sollen, zumal die private Bautätigkeit schon im Jahre 1924 wieder kräftig eingesetzt habe. Dieser Vorwurf ist sehr schwerwiegend, denn wenn er begründet wäre, müsste man den Stadtrat in der Hauptsache für den heutigen allzugrossen Leerwohnungsvorrat verantwortlich machen. Richtig ist, dass der private Wohnungsbau 1924 wieder kräftiger einsetzte. Ebenso richtig aber ist, dass er auch in den Jahren 1924 bis 1931 dem Bedarf bei weitem nicht zu genügen vermochte und sehr starker Ergänzung durch den kommunal geförderten gemeinnützigen Wohnungsbau bedurfte. Den besten Beweis hierfür liefert die Tatsache, dass der Leerwohnungsvorrat, der normalerweise etwa 2 % aller Wohnungen ausmachen sollte, auch in den Jahren 1924 bis 1930 trotz intensiver Förderung des gemeinnützigen Wohnungsbaues immer noch unter 1 % blieb, und dass der Mietindex fortwährend stieg. Erst Ende 1931 wurde ein Leerwohnungsvorrat von 1,4 % erreicht, der dann in den folgenden Jahren 2 % überschritt. Sobald sich im Jahre 1931 die Sättigung des Wohnungsmarktes ankündigte, stoppte der Stadtrat die Darlehenszusicherungen für gemeinnützige Wohnungsbauten. Weil da und dort noch kleinere Schlussetappen zu vollenden waren, konnte nicht sofort vollständig abgestoppt werden. Die nachstehende Tabelle gibt über diese Entwicklung erschöpfenden Aufschluss (Bei der für 1935 angegebenen Zahl neuerstellter Wohnungen handelt es sich um eine blosse Schätzung).

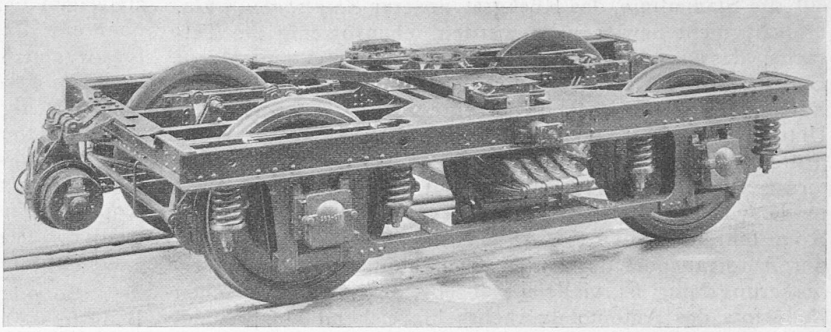

Abb. 1. SBB-Drehgestell ältere Bauart der Schweiz. Wagon- & Aufzügefabrik Schlieren.

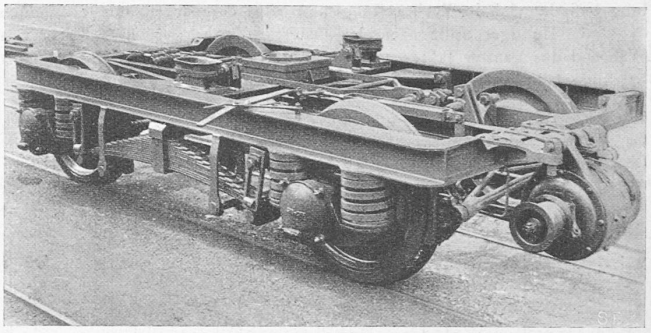

Abb. 2. SBB-Drehgestell neuere Bauart Schlieren, ohne Achshalter, z. T. mit Rollenlagern SKF und SRO ausgerüstet.

Jahre	Leerwohnungsvorrat am 1. Dez. %	Mietindex (1914: 100)	Darlehenszusicherungen für gemeinn. Wohnungen Zahl der Wohnungen	Erstellte Wohnungen		
				Privater Wohnungsbau	kommun. u. gemeinn. Wohn.bau	Zusammen
1925	0,23	173	717	734	413	1147
1926	0,42	184	956	986	1102	2088
1927	0,59	195	745	1536	921	2457
1928	0,58	200	1313	1752	1402	3154
1929	0,54	203	1829	1735	1507	3242
1930	0,78	206	1493	1894	1344	3238
1931	1,37	208	960	1662	1737	3399
1932	3,04	207	258	2401	1048	3449
1933	2,33	201	168	1193	217	1410
1934	2,95	198	97	1633	271	1904
1935	—	—	0	1700	0	1700

Der Tabelle ist vor allem zu entnehmen, dass ganz besonders die unerwartete Steigerung des *privaten* Wohnungsbaues im Jahre 1932 zum Ueberfluss an leeren Wohnungen führte. In den Städten Bern, Basel, Lausanne und Genf, wo keine nennenswerte gemeinnützige Bautätigkeit herrschte, hat übrigens der Leerwohnungsvorrat in den letzten Jahren höhere Prozentsätze erreicht als in Zürich. Die geringere Fluktuation auf dem Platze Zürich ist gerade der regulierenden Tätigkeit des Stadtrates zuzuschreiben. Klöti.

Schlussbemerkung.

Ich schrieb, rückblickend sei zu erkennen, dass es zweckmässig gewesen wäre, den subventionierten Wohnungsbau etwas früher einzuschränken. Herr Dr. Klöti hat selbst die Darlehen von so grosser Höhe mit dem Hinweis auf das Versagen der privaten